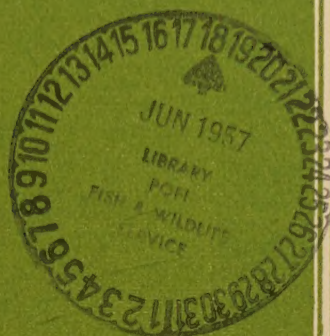




MINISTERIO DE MARINA

# ANÁLISIS DE FONDOS DE LA BAHÍA DE CÁDIZ

POR

A. R. de las Heras, R. López Costa,  
F. Cabañas Ruesgas, L. Rodríguez  
Molins y J. R. Besada Rial

BOLETÍN DEL  
INSTITUTO ESPAÑOL  
DE OCEANOGRAFIA

N.º 75

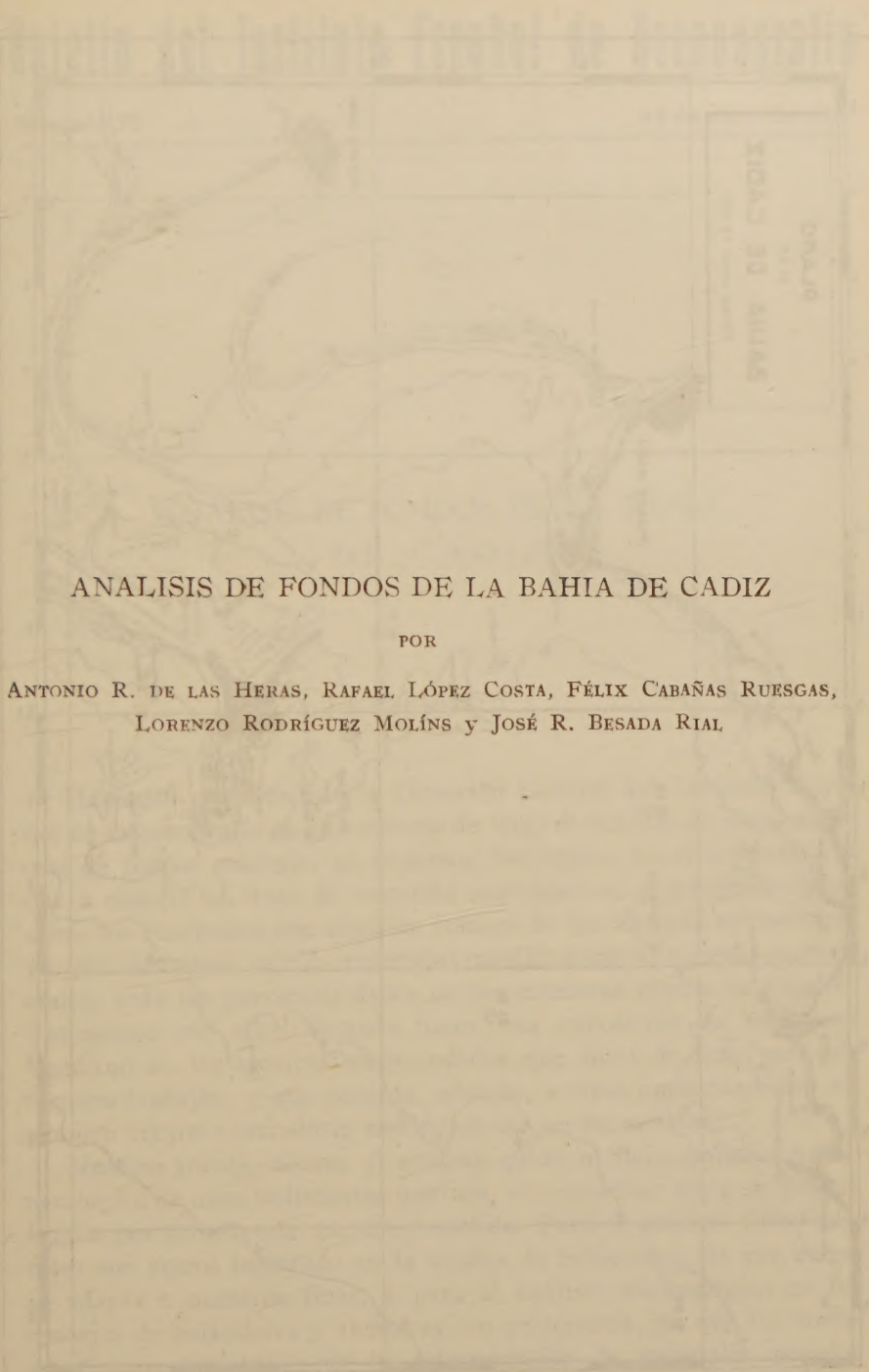
MADRID

15-IV-1956

## ULTIMOS NUMEROS PUBLICADOS

- 36.—Fernando LOZANO: «Notas sobre el Bonito del Norte o Albacora [*Germo alalunga* (Gml.)] de Galicia».
- 37.—Miguel MASSUTI y Francisco de P. NAVARRO: «Tintínidos y Copépodos planctónicos del Mar de Alborán (Campaña del «Xauen» en agosto y septiembre de 1948)». (Con una breve necrología del Dr. Massuti.)
- 38.—Campaña del MALASPINA en enero de 1950 en aguas del Sáhara, desde Punta Durnford a Cabo Barbas.—Registro de operaciones.
- 39.—M.<sup>a</sup> Dolores GARCÍA PINEDA: «Efectos del lavado previo en la extracción de componentes útiles de las algas pardas».
- 40.—M.<sup>a</sup> Jesús DEL VAL y Dominica MONTEQUI: «Sobre el aislamiento de los componentes glucídicos de las algas pardas».
- 41.—Buenaventura ANDREU: «Consideraciones sobre el comportamiento del ovario de sardina (*Sardina pilchardus* Walb.) en relación con el proceso de maduración y de freza».
- 42.—Miguel OLIVER: «La sardina de la costa noroeste española en 1948 y 1949 (Estudio biométrico y biológico)».
- 43.—Rafael LÓPEZ COSTA: «Sobre la determinación del nitrógeno nítrico en el agua de mar. I. La resorcina como reactivo de los nitratos».
- 44.—A. FERNÁNDEZ DEL RIEGO: «Determinación del carbónico de los fondos de la Ría de Vigo. Cálculo del carbonato disuelto y consecuencias geobiológicas».
- 45.—Angeles ALVARIÑO: «Incrustaciones marinas».
- 46.—J. ARAVIO-TORRE y A. ARÉVALO: «Estudio de los wolframatos como agentes inhibidores de la corrosión».
- 47.—R. MARGALEF: «Estudio sumario del fitoplancton de la Ría de Vigo (1948-1950)».
- 48.—M. OLIVER y M. MASSUTI: «El raó, *Xyrichthys novacula* (Fam. Labridae). Notas biológicas y biométricas».
- 49.—F. LOZANO CABO: «Nota preliminar sobre la biometría, biología y anatomía general del *Notacanthus bonapartei* Risso».
- 50.—E. SECO SERRANO: «Velocidad vertical de propagación del sonido en el Mar de Alborán. Aplicación a la corrección de eco-sondas».
- 51.—G. COLOM: «Foraminíferos de las costas de Galicia (Campañas del Xauen en 1949 y 1950)».
- 52.—Joaquín GÓMEZ DE LLARENA: «Observaciones sobre los sedimentos de las costas de Galicia (Campañas del «Xauen» en 1949 y 1950)», con un Apéndice de Josefina PÉREZ MATEOS, sobre «Análisis mineralógico de algunas muestras».
- 53.—A. RODRÍGUEZ DE LAS HERAS y M. C. MÉNDEZ ISLA: «Contribución a los estudios químicos sobre pescados españoles».
- 54.—José M.<sup>a</sup> NAVAZ y F. de P. NAVARRO: «Nuevas observaciones sobre la sardina del Golfo de Vizcaya (1951) y consideraciones sobre la estadística de pesca».

(Sigue en tercera página de la cubierta.)



# ANALISIS DE FONDOS DE LA BAHIA DE CADIZ

POR

ANTONIO R. DE LAS HERAS, RAFAEL LÓPEZ COSTA, FÉLIX CABAÑAS RUESGAS,  
LORENZO RODRÍGUEZ MOLÍNS y JOSÉ R. BESADA RIAL

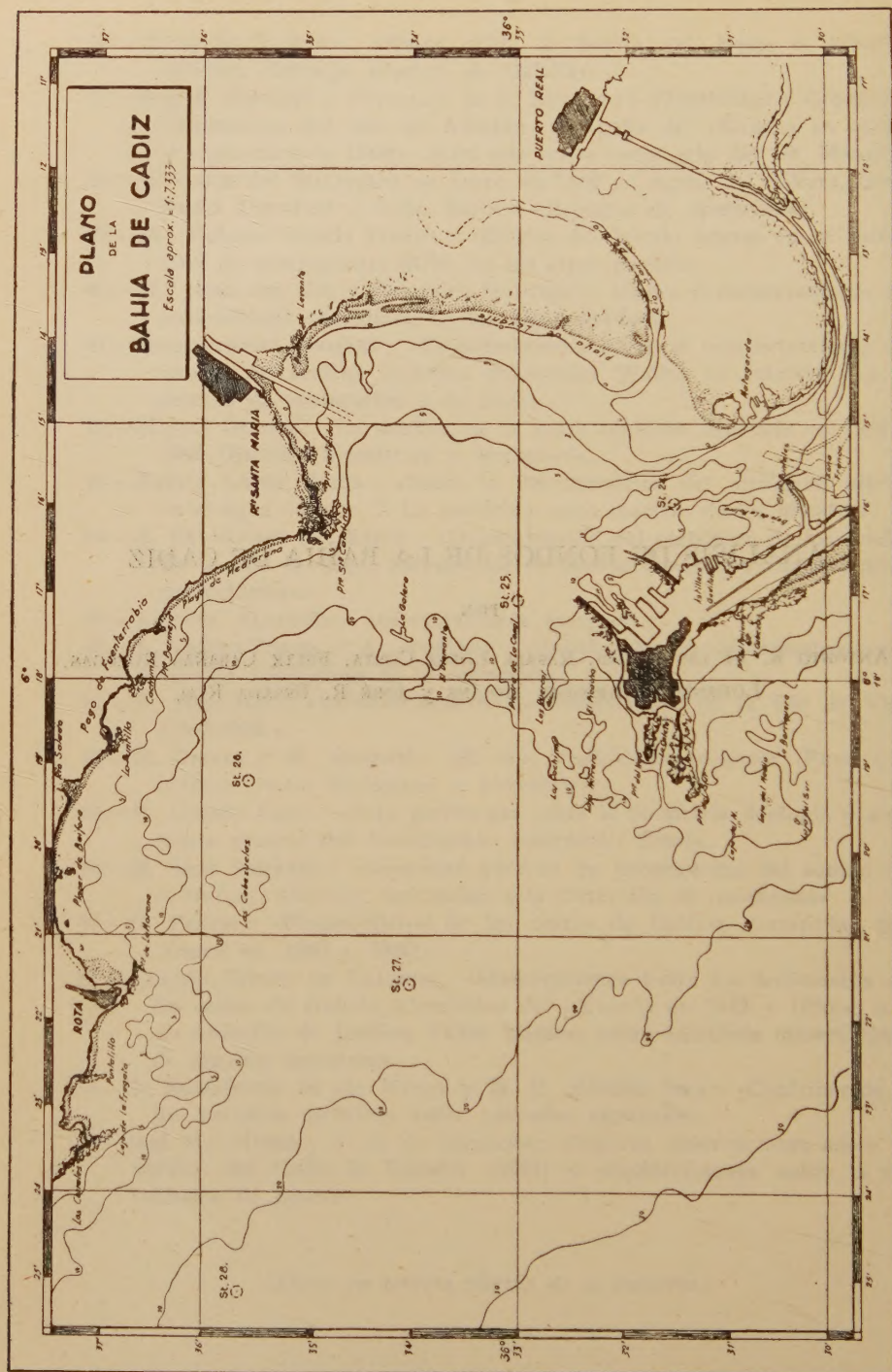


Fig. 1.—Situación de las estaciones oceanográficas en las que se obtuvieron las muestras de sedimentos.

## ANÁLISIS DE FONDOS DE LA BAHÍA DE CÁDIZ

### PREÁMBULO

Habiendo encomendado la Dirección General del Instituto Español de Oceanografía al Laboratorio de Vigo el análisis de unas muestras de fondos marinos, no podemos limitarnos, en el momento de dar a conocer el fruto de nuestras experiencias, a consignar datos sobre los resultados con mención somera de las técnicas operatorias, ya que éstas han sufrido reiteradas modificaciones, algunas sustanciales, ante las particularidades de las muestras objeto de estudio. Estimamos por ello adecuado hacer una exposición de suficiente amplitud de las técnicas recomendadas que sirva de base para ulteriores trabajos, y que permita, además, a otros analistas hacer su examen crítico e introducir modificaciones en las mismas.

Nuestro trabajo abarca el análisis químico, físico-químico y mineralógico de unos sedimentos marinos, sin especular sobre su posible origen por no ser este nuestro cometido. Para el análisis físico-químico nos hemos inspirado en la técnica de Schloesing, la que mejor se adapta a nuestros fines, y para el análisis mineralógico en los trabajos de holandeses y alemanes con preferencia, ya que los norteamericanos prescinden de la determinación de minerales pesados opacos, contrariamente a nuestros propósitos, y los ingleses calculan

reunidos los minerales opacos y transparentes, cuya discriminación deseábamos lograr (1). No obstante, hemos tomado de unos y otros investigadores cuanto consideramos útil a nuestra finalidad (el análisis más detallado posible de los sedimentos), llegando así a dejar sentados unos métodos operatorios tan diferentes, a veces, de los originales, que justifican su detallada exposición.

### ORIGEN Y NATURALEZA DE LAS MUESTRAS

Las muestras objeto de análisis son sedimentos procedentes de la Bahía de Cádiz, recogidos el día 12 de agosto de 1953 por el personal científico del Instituto Español de Oceanografía, a bordo del buque oceanográfico «Xauen» durante su campaña de verano por las costas ibéricas del Atlántico y del Cantábrico.

Las tomas de muestras se efectuaron con sonda Mónaco, modelo Leger, accionada por medio de un torno Lucas, en los lugares siguientes :

| Estación número | Situación   |             | Profundidad |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|
| 24              | 36° 31',4 N | 06° 15',9 W | 15,0 m.     |
| 25              | 36° 35',1 N | 06° 17',0 W | 12,5 m.     |
| 26              | 36° 34',1 N | 06° 19',1 W | 18,0 m.     |
| 27              | 36° 34',1 N | 06° 21',5 W | 19,5 m.     |
| 28              | 36° 35',8 N | 06° 25',0 W | 22,0 m.     |

Las determinaciones químicas que se realizaron en las localidades más próximas de los puntos donde se ha efectuado el dragado son :

| St. | Situación               | Op. | Fr. f. | S. %  | O <sub>2</sub> cc./l. | Prof. |
|-----|-------------------------|-----|--------|-------|-----------------------|-------|
| 24  | 36°31',4 N. 06°15',9 W. | 173 | 10 m.  | 37,70 | 4,73                  | 8,48  |
|     |                         | 174 | 0 m.   | 36,94 | 4,57                  | 7,15  |
| 29  | 36°36',8 N. 06°42',5 W. | 183 | 50 m.  | 36,51 | 5,12                  | 10,12 |
|     |                         | 184 | 25 m.  | 36,60 | —                     | 8,64  |
|     |                         | 185 | 10 m.  | 37,02 | 5,01                  | 7,69  |
|     |                         | 186 | 0 m.   | 36,87 | 4,93                  | 1,56  |

(1) L. BERTHOIS y J. FURNESTIN : «Étude des sédiments dragués par le «President Théodore Tissier». *Revue des Travaux de l'Office des Pêches Maritimes*, t. XI, fasc. 3, septembre 1938

La naturaleza de los fondos donde se efectuó la toma de sedimentos, por observación en el momento de la recogida, es la siguiente :

| Estación número | Muestra número | Naturaleza del fondo     |
|-----------------|----------------|--------------------------|
| 24              | 4              | Fango                    |
| 25              | 3              | Arena fina               |
| 26              | 5              | Fango                    |
| 27              | 2              | Arena fina               |
| 28              | 1              | Arena gruesa y conchuela |

La situación de las estaciones consignadas va marcada con el número correspondiente en la adjunta carta de la Bahía de Cádiz, que es una reducción de la carta número 81-A, editada por el Instituto Hidrográfico de la Marina.

#### PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS PARA EL ANÁLISIS

La primera cuestión con que hubimos de enfrentarnos se debió a las exiguas cantidades de sedimentos marinos remitidos, lo que nos obligó a utilizar la totalidad de los mismos para el análisis. Procedimos, pues, a una homogeneización total de cada una de ellas, que pudo ser bien lograda excepto en la muestra 1, con enorme cantidad de grava, viéndonos obligados a prescindir de los fragmentos de gran tamaño, separando los mayores de un centímetro para lograr la perfecta homogeneización.

De la muestra así preparada se hicieron tres porciones ; la primera, después de pulverizada, se dividió en dos partes, destinando una a la determinación gasométrica de anhídrido carbónico y la otra a las de humedad, pérdida por calcinación, calcio y magnesio ; la segunda, al análisis físico-químico, tomando como base los trabajos de Schloesing, y la tercera, al análisis mineralógico.

En el esquema adjunto puede apreciarse la manera de distribuir las muestras y el empleo dado a cada una de las partes en que se dividieron :

## H U M E D A D

La determinación del agua se efectuó en la porción de muestra pulverizada calentada en estufa eléctrica Hereaus a 70° C., primero, y a 110° C., después, hasta peso constante.

## PÉRDIDA POR CALCINACIÓN

La muestra desecada se calcinó en horno de mufla a 900° C. durante veinte horas, comprobándose en la muestra así calcinada la total ausencia de carbonatos, dato este de interés, como veremos al hacer el cálculo del contenido en materia orgánica de los sedimentos.

## CALCIO Y MAGNESIO

En la muestra calcinada se determinaron gravimétricamente el calcio y el magnesio. El primero por precipitación como oxalato cálcico, posterior calcinación en mufla a 900° C. y pesada de OCa. El magnesio se precipitó como fosfato amónico magnésico, se calcinó y pesó como pirofosfato. Los resultados se calcularon en OMg y CO<sub>3</sub>Mg y se incluyen en el cuadro siguiente:

C U A D R O I

| Muestra<br>número | Humedad<br>% | Pérdida por<br>calcinación<br>% | CALCIO   |                         | MAGNESIO |                         |
|-------------------|--------------|---------------------------------|----------|-------------------------|----------|-------------------------|
|                   |              |                                 | OCa<br>% | CO <sub>3</sub> Ca<br>% | OMg<br>% | CO <sub>3</sub> Mg<br>% |
| 1                 | 1,97         | 30,49                           | 27,71    | 49,46                   | 0,84     | 1,76                    |
| 2                 | 0,82         | 9,90                            | 9,90     | 16,58                   | 0,66     | 1,39                    |
| 3                 | 0,62         | 12,89                           | 13,42    | 23,95                   | 0,23     | 0,50                    |
| 4                 | 7,06         | 22,37                           | 10,34    | 18,46                   | 0,17     | 0,36                    |
| 5                 | 8,08         | 26,25                           | 12,45    | 22,22                   | 0,29     | 0,62                    |

Tiene verdadero interés el conocimiento previo de las cantidades de iones calcio y magnesio cuando, como hemos hecho nosotros, se trata de emplear un método gasométrico para la determinación de

carbonatos, ya que, si la cantidad de carbonato es superior a 2 gramos por 100, el desprendimiento de anhídrido carbónico se realiza con dificultad por ser el citado carbonato difícilmente atacable en frío por el ácido clórhídrico diluído y habría que operar en caliente para la total descomposición de los carbonatos alcalino-térreos (2). En nuestro caso, como puede comprobarse en el cuadro I, ninguna de las muestras acusó ese porcentaje en carbonato magnésico, y si bien es cierto que el magnesio puede hallarse en los estados de sulfato y de cloruro, ha sido comprobado por nosotros—como se dice en otro lugar de este trabajo—la ausencia de sulfatos solubles en los sedimentos analizados. Por otra parte, la existencia de oxiclорuro magnésico rebajaría las de carbonato magnésico que figuran en el cuadro I, haciendo aún más seguro el método gasométrico empleado por nosotros para la determinación de carbonatos y que vamos a describir.

El conocimiento de la cantidad de calcio permite la comprobación del método gasométrico de carbonatos, pues siendo pequeña la cantidad de carbonato magnésico, la casi totalidad de anión carbónico estará en forma de carbono cálcico y debe existir concordancia entre los resultados obtenidos a partir de una y otra determinación, lo que hemos logrado y consignamos más adelante en el cuadro III.

### CARBONATOS

Para la determinación de carbonatos hemos puesto a punto un método gasométrico inspirado en la técnica de Scheibler (3), de empleo actual en Oceanografía (4), que creemos puede generalizarse en el análisis de los sedimentos marinos, con la salvedad de que, como es lo más frecuente, sean sedimentos no dolomíticos y, por tanto, con un contenido en carbonato magnésico inferior al 2 por 100, ya que, como hemos dicho anteriormente, la presencia en los sedimentos de esa proporción de sal magnésica perturba el ataque por el ácido restando precisión al método.

---

(2) GULDIN, R.: *Análisis agrícolas*.

(3) BERL-LUNGE-D'ANS: *Métodos de análisis químico industrial*, 111, 1ª, 320, Ed. Labor, Barcelona, 1946.

(4) DURAND (J.): «Etude de quelques sédiments de la Baie de Castiglione, Station d'Aquiculture et de la Pêche de Castiglione, Nouvelle Série, núm. 4, 1952.

### *Fundamento del método*

Está basado en recoger y medir sobre agua carbónica a saturación y en las mismas condiciones de presión y temperatura, los volúmenes de anhídrido carbónico desprendidos por la acción del ácido clorhídrico diluido sobre una cantidad exactamente pesada de la mues-

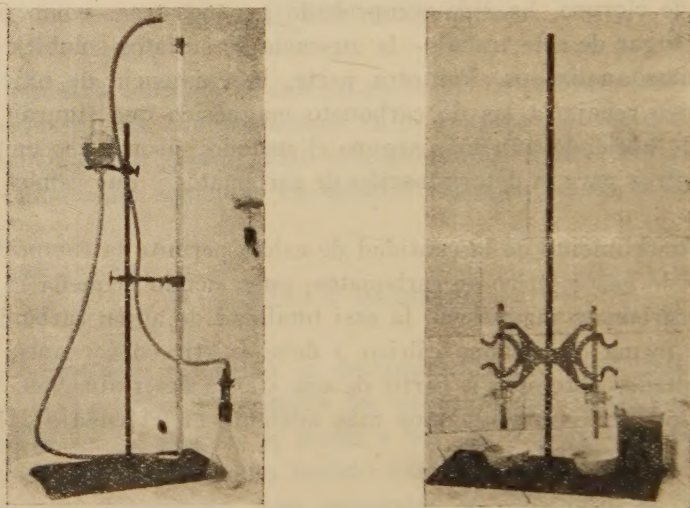


Fig. 2

tra objeto de análisis y otra de carbonato cálcico purísimo como control del método.

### *Aparato empleado.*

Hemos utilizado el aparato de la figura 2, dispuesto mediante una bureta B, de 100 c. c., graduada en décimas de centímetro cúbico, a la que suprimimos la llave y en su lugar soldamos un tubo de vidrio doblado en ángulo recto R, cerrando la parte superior de la bureta con un tapón de caucho atravesado por un tubo de vidrio acodado; de un matraz Erlenmeyer E, de unos 250 c. c. de capacidad, al que se ajusta un tapón de caucho atravesado por dos tubos de vidrio, uno de ellos revestido en su extremo superior por tubo de goma, con una pinza para cierre a presión P, y de una ampolla de vidrio A, de aná-

loga capacidad que el matraz. Mediante tubos de caucho se ponen en comunicación la parte superior de la bureta con el tubo libre del matraz Erlenmeyer y la inferior con la ampolla de vidrio. Finalmente, debe disponerse de un tubito de vidrio T, de longitud algo mayor que el diámetro del fondo del matraz.

### *Manera de operar.*

Se comienza por echar en el aparato, que deberá quedar dispuesto como indica la figura 2, y a través de la ampolla de vidrio, el agua saturada de gas carbónico.

Se pesan, según la riqueza en carbonatos del sedimento de 0,5 a 5,0 gramos de muestra desecada al aire y se colocan en el interior del Erlenmeyer. A continuación se ponen en el tubito T unos centímetros cúbicos de ácido clorhídrico diluido (1 : 1) y cogiéndolo con unas pinzas se introduce en el matraz, cuidando, claro es, que no se vierta nada del contenido y quede apoyado en la pared del matraz. Se ajusta al matraz su tapón de caucho, dejando abierto el tubo que comunica con el exterior y, así dispuesto, se sube o baja la ampolla B hasta lograr que el agua enrase con el cero de la bureta. En este momento se cierra, mediante la pinza de presión P, el tubo de comunicación con el exterior.

Con unas pinzas de madera se coge el matraz por el cuello y se inclina de modo que se vierta rápidamente el ácido del tubito sobre la muestra en el fondo del matraz y lograr una descomposición también rápida de los carbonatos (5). El anhídrido carbónico que se desprende hace descender el nivel de la columna de agua de la bureta B, debiendo, para evitar la sobrepresión, ir descendiendo la ampolla B hasta mantener el mismo nivel del agua en ambos recipientes. Se agitará el matraz varias veces hasta que el nivel del agua en la bureta permanezca estacionado, haciendo la lectura en este momento con la precaución antedicha de que el nivel del agua en la bureta alcance la misma altura que en la ampolla.

De la misma manera que con las muestras de fondo, se opera con las pequeñas cantidades de carbonato cálcico purísimo que deben ensayarse para completar el método.

Llamando V al número de centímetros cúbicos que acusó la bureta en el ensayo con la muestra, V' al correspondiente al ensayo con car-

---

(5) TREADWELL y HALL: «Química analítica», T. II, 387. Ed. Marín, Barcelona, 1950

bonato cálcico purísimo y P y P' a los pesos respectivos de muestra y carbonato cálcico, la riqueza por ciento en carbonato cálcico del sedimento vendrá expresada por la fórmula

$$x = 100 \frac{V P'}{V' P}$$

Hemos operado siempre con carbonato cálcico Merck, para análisis, con el que conseguimos resultados constantes. Como control hemos utilizado 0,2000 gramos de dicha sal Merck para la muestra I, la más rica en carbonatos, y 0,1000 gramos de la misma para las restantes, por ser conveniente que se aproximen en lo posible los volúmenes medidos con una diferencia máxima de 0,1 c. c., por lo que calificamos de bueno, por exacto y cómodo, el método sencillo que hemos logrado, ya que el error que podría imputársele, debido a la absorción de gas carbónico por las pequeñas cantidades de cloruro cálcico que se forman en el matraz, es prácticamente nulo.

En el cuadro siguiente se consignan los resultados referentes a las cinco muestras de sedimentos marinos estudiados :

CUADRO II

|                                                    | MUESTRA |       |       |       |       |
|----------------------------------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|
|                                                    | 1       | 2     | 3     | 4     | 5     |
| CaCO <sub>3</sub> %<br>calculado por la<br>fórmula | 47,90   | 14,04 | 23,25 | 18,04 | 21,30 |
| CO <sub>2</sub> %                                  | 21,076  | 6,18  | 10,23 | 7,94  | 9,372 |

#### COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS

A continuación damos un cuadro comparativo de las cantidades de carbonato cálcico calculadas a partir de los valores gravimétricos de óxido cálcico encontrados y de las halladas con el método gasométrico.

CUADRO III

|                                   | M U E S T R A |        |        |        |        |
|-----------------------------------|---------------|--------|--------|--------|--------|
|                                   | 1             | 2      | 3      | 4      | 5      |
| CaCO <sub>3</sub> por gravimetría | 49,46         | 16,58  | 23,95  | 18,46  | 22,22  |
| CaCO <sub>3</sub> por gasometría  | 47,90         | 14,04  | 23,25  | 18,04  | 21,30  |
| Diferencias                       | — 1,56        | — 2,54 | — 0,70 | — 0,42 | — 0,92 |

Puede observarse que, como es lógico, son siempre más altas las cifras correspondientes al carbonato cálcico calculado en la determinación gravimétrica de calcio que las del calculado en la volumétrica de gas carbónico con otros aniones que no tienen influencia en el método gasométrico.

#### MATERIA ORGÁNICA

La determinación de materia orgánica por manganimetría, aunque se emplea generalmente en los análisis de tierras y esporádicamente por algunos oceanógrafos en los fondos marinos, no la consideramos de suficiente exactitud, por consumir permanganato toda la materia oxidable, sea o no carbonada, y ser difícil de apreciar el final de la reacción.

Algunos autores, para valorar la materia orgánica en los fondos marinos, adoptan el método introducido por Westerberg ligeramente modificado por Tamm, método considerado como inseguro por Ekstrom y aceptable por Stina Gripenberg (6), que llega a obtener cifras concordantes sobre la misma muestra trabajando en ella tres operadores distintos, pero señalando, en coincidencia con otros investigadores, la irregularidad del método cuando se aplica a sedimentos que contienen carbonatos, cual es nuestro caso.

Según Gripenberg, para proceder a la valoración de materia orgánica por el citado método, deben ser eliminados los carbonatos de

(6) STINA GRIPENBERG: «A Study of the Sediments of the North Baltic and Adjoining Seas», Helsinki, 1934.

la muestra, aunque su cantidad haya sido determinada previamente. A tal fin sigue la técnica de Wahuschaffe y Schucht, que implica un molesto tratamiento previo al baño de María con agua saturada de anhídrido sulfuroso, encontrando, al hacer los cálculos, la anomalía de ser menor de lo que debiera la suma del anhídrido carbónico procedente de la materia orgánica y el de los carbonatos, lo que indica que parte de la materia orgánica se perdía en el tratamiento previo con agua sulfurosa.

En otro aspecto, la citada investigadora señala la imposibilidad de desecar las muestras a temperatura superior a la ordinaria por la evidente descomposición parcial por el calor de la materia orgánica.

Y nosotros, ante la imprecisión y otras contingencias de los métodos usuales, indicados a la ligera, prescindimos de su ensayo y decidimos resolver la cuestión por otros procedimientos.

### EL MÉTODO ADOPTADO

Para el cálculo de la materia orgánica contenido en las muestras de fondos marinos hemos tomado como base la pérdida de peso por calcinación de las muestras, pudiendo hacer el cálculo por dos caminos diferentes que permiten, al comparar los resultados, juzgar sobre el contenido real de materia orgánica.

El primero parte de las determinaciones previas reseñadas anteriormente: conocida la cifra que alcanza la pérdida por calcinación de la muestra se le resta la suma de las de anhídrido carbónico, humedad y agua retenida por la arcilla contenida en la muestra.

El segundo se deriva de datos obtenidos en el análisis físico-químico, cuya reseña hacemos más adelante. En una de las fases de este análisis tenemos separados, en una cápsula, la arena fina más la materia orgánica—determinada ésta por simple calcinación—a la que hay que sumar el contenido en humus que había sido separado en fase operatoria anterior.

Los porcentajes obtenidos en uno y otro método deben ser coincidentes, debiendo insistir en que la coincidencia queda supeditada a la completa calcinación de la muestra; es decir, a la eliminación total del carbónico de los carbonatos, cuya ausencia de la muestra debe comprobarse.

## RESULTADOS

En el cuadro IV se consignan los valores obtenidos para la materia orgánica deducidos de la pérdida por calcinación y demás operaciones preliminares citadas :

C U A D R O I V

| Muestra<br>numero | Pérdida por<br>calcinación<br>% | Corrección<br>carbonatos<br>% | Corrección<br>humedad<br>% | Corrección<br>agua const. ar-<br>cillo % | Materia<br>orgánica<br>% |
|-------------------|---------------------------------|-------------------------------|----------------------------|------------------------------------------|--------------------------|
| 1                 | 30,49                           | 21,08                         | 1,97                       | 0,43                                     | 7,01                     |
| 2                 | 9,90                            | 6,18                          | 0,82                       | 0,07                                     | 2,83                     |
| 3                 | 12,89                           | 10,23                         | 0,62                       | 0,007                                    | 2,033                    |
| 4                 | 22,37                           | 7,94                          | 7,06                       | 3,21                                     | 4,16                     |
| 5                 | 26,25                           | 9,37                          | 8,08                       | 4,15                                     | 4,65                     |

## COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS

A continuación, en el cuadro V, consignamos los valores obtenidos por el método anterior y los de materia orgánica y humus por el análisis físico-químico, para su comparación.

Puede observarse que las diferencias son inferiores a 0,1 por 100, siendo más bajos los valores obtenidos del análisis físico-químico, por el mayor número de manipulaciones a que es sometida la muestra y las posibles pérdidas de materia orgánica por solubilidad.

C U A D R O V

| Muestra<br>número | Materia orgánica<br>determinada por<br>calcinación<br>% | Materia orgánica.<br>Determinación<br>físico - química<br>% | Humus.<br>Determinación<br>físico - química<br>% | diferencias<br>% |
|-------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------|
| 1                 | 7,01                                                    | 4,90                                                        | 2,02                                             | — 0,09           |
| 2                 | 2,83                                                    | 2,80                                                        | Inapreciable                                     | — 0,03           |
| 3                 | 2,033                                                   | 1,51                                                        | 0,50                                             | — 0,023          |
| 4                 | 4,16                                                    | 3,12                                                        | 1,00                                             | — 0,04           |
| 5                 | 4,65                                                    | 3,13                                                        | 1,45                                             | — 0,07           |

## ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

### *Consideraciones previas.*

Para el examen granulométrico de los sedimentos marinos nos hemos basado en el análisis físico-químico desechando los conocidos métodos de sedimentación, mediante el tubo de Wiegner o la pipeta de Köhn, y las de elucción, según las técnicas de Kopecky, Bollenbach, etc.

Dejando a un lado razones particulares—como la ya citada de las exiguas cantidades de muestra disponibles y la referente a la premiosidad de los métodos mecánicos por sus dificultades prácticas, son tantas las de índole técnica en su contra que creemos es bastante exponer algunas para dejar justificada la anterior decisión :

a) Los resultados de los análisis granulométricos obtenidos por los diferentes métodos, según hace constar Stina Gripenberg (7), varían considerablemente ante el tratamiento previo a que ha sido sometida la muestra para conseguir su dispersión (electrodialización, diálisis, agua oxigenada en frío o en caliente, tratamiento posterior con amoníaco, etc.), debiendo ser controlada cuidadosamente la temperatura, citando la opinión de algunos investigadores contraria al tratamiento químico preliminar por implicar una alteración del carácter primitivo del sedimento

b) El tratamiento con agua oxigenada hace en parte solubles los óxidos de hierro y cuando se dializan atraviesan la membrana por difusión. Otra parte del hierro queda en forma coloidal produciendo una coagulación durante el análisis granulométrico. Cosa análoga ocurrirá con los óxidos de manganeso.

c) Si en un análisis mecánico—de especial interés desde el punto de vista geológico—no importa y hasta es lógica la separación de la materia orgánica, no deben, en cambio, ser eliminados los carbonatos derivados de la desintegración mecánica de la roca madre.

d) La dispersión más completa se logra con el sodio, según Gedrioz (8) y A. Puri (8 bis), quienes prescindan de los tratamientos

---

(7) Loc. cit.

(8) GEDRIOZ, K. K. : «Die Lehre vom Adsorption». Leipzig, 1931 :

(8 b) PURI, AMAR NATH : «A new Type of Hydrom Soils Science», volumen, 33, págs. 341 y 19.

conocidos y proponen uno previo por el método de la Na-saturación a pH 8,5.

c) Para el analista Köhn, aparte de la disparidad en los resultados según el tratamiento preliminar a que ha sido sometida la muestra, cada método granulométrico adolece de errores *per se* y recomienda métodos distintos según el tamaño de la partículas: tamización para mayores de 0,5 mm.; elución para partículas de 0,2 a 0,02 mm.; sedimentación (pipetas) para tamaños de 0,02 mm. a 0,002 mm. y centrifugación para inferiores a 0,002 mm.

f) Stina Gripenberg hizo un estudio comparativo de los tratamientos preliminares sobre un tipo de arcilla de composición mecánica constante, que se podía distribuir así: subgrupo 1-0,5 contiene el 19-20 por 100; subgrupo 0,5-0,2, el 28-29 por 100; subgrupo 0,2, por debajo del 25 por 100. Una porción de la muestra ha sido electrodializada, dando los siguientes resultados: 14, 22 y 31 por 100, respectivamente. Resultaba absurdo esto por no ajustarse a la composición general de este tipo de fondos, lo que sólo se puede explicar por subdivisión en gránulos pequeños y por ejercer esta clase de tratamiento una acción disolvente.

Como consecuencia de la aplicación del simple tratamiento preliminar propuesto por el doctor Parner Trask (trituration, adición de solución de carbonato sódico, nueva trituration, sacudida durante veinticuatro horas), Gripenberg hace nuevas comparaciones con los tratamientos preliminares de separación de electrólitos y destrucción de la materia orgánica.

h) El método internacional del análisis mecánico es un método de experimentación que está descrito detalladamente por el doctor José María Albareda en su libro *El suelo* (9). En él no se hace diálisis y es bastante parecido en su tratamiento preliminar al seguido por el doctor Parker Trask. Tiene una innovación interesante, y es la separación ponderal de las sustancias solubles, extraídas en solución clorhídrica, las que se precipitan con cloruro amónico y amoníaco y se pesan después de calcinar.

Ante lo expuesto, y teniendo también presente que para el desarrollo de las técnicas citadas con sus evidentes dificultades se emplea mayor tiempo que el que requiere el método físico-químico de Schloesing, con las ventajas de poder hacer separaciones pondera-

---

(9) ALBAREDA, JOSÉ M.<sup>a</sup>: «El suelo». Real Academia de Ciencias. Madrid, 1940.

les de los componentes, calcular con suficiente exactitud la materia orgánica y permitir la separación ponderal del humus, no hemos vacilado en adoptarlo introduciendo modificaciones para adaptarlo a esta clase de análisis, consiguiendo resultados satisfactorios.

La objeción que pudiera ponerse frente a esta técnica se refiere al arrastre por disolución de sustancias diversas, cuya cuantía en los casos que interese de un modo especial se puede determinar adoptando el procedimiento que para estos casos se sigue en el método de análisis mecánico internacional.

La loción de los sedimentos con agua acidulada con nítrico en la parte preliminar del análisis físico-químico, para eliminar los carbonatos, implica a la vez la eliminación de sustancias solubles en este medio que no se tendrían en cuenta a efectos cuantitativos, habiendo comprobado nosotros la existencia en este líquido de loción de diversos compuestos, principalmente silicatos (¿arcilla coloidal?), sales de calcio, magnesio y alcalinos, iones hierro, etc., sin haber encontrado sulfatos solubles en ninguna de las cinco muestras analizadas y llegando en el caso de la sílice hasta valores de 0,4 de sílicio por 100. El conjunto forma, por desecación, una masa fuertemente higroscópica y constituye en nuestros cálculos, por diferencia a 100, lo que denominamos «pérdidas por solución y errores operativos».

#### *Adaptación para sedimentos marinos del método de Schloesing.*

Sobre una cápsula plana tarada (a) se pesan 10 gramos de sedimento desecado al aire, que se mantiene en estufa durante una noche a 110° C, determinando nuevamente la humedad que, como es lógico, nos dará un número menor que el obtenido anteriormente, por haber estado expuesta al aire seco mayor tiempo.

Se coloca un tamiz de malla de 1 milímetro sobre otra cápsula plana tarada (b) de unos 100 c. c., colocada a su vez sobre una hoja grande de papel satinado al objeto de no perder ninguna partícula y se tamiza con precaución ayudándose de una varilla de vidrio, teniendo cuidado de no hacer presión sobre la malla. Si la tierra estuviese apelmazada, se pasa a un mortero, se golpea con un pilón de madera y entonces se tamiza. El tamiz, con el residuo que queda, se coloca sobre la boca de un vaso de copa de uno a dos litros de capacidad y, con la ayuda del frasco lavador, se lava moderadamente con agua destilada hasta que el agua del lavado salga transparente. De esta forma se separa la tierra de la grava. Esta, des-

pués de bien lavada, se echa sobre la cápsula utilizada primeramente (a) y para despegar fácilmente las últimas partículas de grava que puedan quedar adheridas al tamiz, se deseca éste en estufa y después, con la ayuda de una aguja manejada por la parte externa del tamiz, se las desprende fácilmente sobre la cápsula citada, que se deseca en estufa a  $110^{\circ}$  C. hasta constancia de peso y conociéndose así el *porcentaje de grava*.

El líquido turbio recogido en la copa se echa en la cápsula plana tarada (b) sometiéndolo a evaporación en baño de arena hasta desecación. Así se obtiene el *porcentaje de tierra fina*.

Este tamizado fino, que corresponde a 10 gramos de tierra total, se humedece con agua (5 a 10 c. c.). Después se deshacen los grumos apretándolos con un tapón de caucho fijo a una varilla de vidrio y se le añaden 20 a 30 c. c. de agua, procurando lavar con ésta el tapón de caucho que nos sirvió para el desmenuzamiento de los grumos. Se agita todo bien con una varilla de vidrio, se deja en reposo diez segundos (contados por reloj), se decanta *en seguida* el líquido turbio sobre un vaso de unos 400 c. c., procurando que no pase nada del depósito del fondo. Esta operación se repite varias veces hasta que el agua no se enturbie; es decir, hasta que toda la arcilla y el limo fino hayan pasado al vaso.

Al residuo de la cápsula se añade ácido nítrico diluído en su volumen de agua, para disolver los carbonatos, y cuando el desprendimiento de  $\text{CO}_2$  ha cesado, se echa todo el contenido de la cápsula en el vaso de 400 c. c. que contiene el líquido turbio.

Como ya hemos visto, tenemos una pérdida de sílice debida al líquido nítrico de loción y, con objeto de evitarla en lo posible, hemos empleado, una vez conocido el contenido en carbonatos de la muestra por el método gasométrico, ácido nítrico (1 : 1), de modo que su cantidad total no sobrepase a la justamente necesaria para destruir los carbonatos, cantidad que calculamos a la vista de la cifra de carbonatos obtenida. Una vez destruídos éstos, se añadirá ácido en el vaso en cantidad suficiente para que la solución final quede con una concentración de  $1/5$  N., con objeto de no atacar la arcilla. Este exceso de ácido hace que se coagulen la arcilla y el humus, que arrastrarán consigo toda la materia orgánica, depositándola en el fondo.

Se filtra el contenido del vaso y el residuo que queda en el filtro se lava hasta que las aguas del lavado salgan turbias por el

pico del embudo, lo cual sucede cuando se ha eliminado todo el ácido (lo que se puede ir comprobando con papel tornasol) que tenía coagulada la arcilla.

Una vez lavado el residuo, se pone el embudo que lo contiene sobre un vaso de unos dos litros, se agujerea el filtro con una varilla de vidrio terminada en punta, y con un fino y fuerte chorro (impulsado por una pera de goma) del frasco lavador se hace caer todo el contenido del filtro en el vaso. Se añade 1 c. c. de amoníaco que disuelve el humus y hace que la arcilla quede en suspensión, se le añade un litro de agua destilada, se agita y se deja en reposo hasta el día siguiente.

Quedan en el fondo del vaso la arena fina y la materia orgánica, en suspensión la arcilla y en disolución el humus. Se introduce en el líquido un sifón cebado con agua destilada, una de cuyas ramas, la que se ha de introducir en el líquido, lleva fija a un soporte una pipeta, a fin de situarla a la profundidad que sea necesaria, con lo que decantamos la parte turbia a grandes bocales o, mejor aún, a depósitos de vidrio de gran capacidad, adonde se han de ir acumulando las aguas de decantación. Insistimos en que los depósitos han de ser de gran capacidad, ya que el volumen de agua manejado es grande. Nosotros hemos llegado a manejar más de seis litros de agua.

El residuo se trata nuevamente con 1 c. c. de amoníaco y un litro de agua destilada, se agita y se deja en reposo hasta el día siguiente. Se decanta otra vez el líquido turbio, y esta operación se repite tantas veces como sea necesario hasta conseguir un líquido decantable limpio.

El residuo que ha quedado en el vaso de dos litros se pasa a una cápsula tarada, de platino o de porcelana (utilizamos la cápsula de porcelana (b) empleada al principio), se deseca a 100° C. y se pesa. Este peso corresponde a la arena fina más la materia orgánica.

Se calcina la cápsula al rojo sombra para destruir la materia orgánica y se pesa de nuevo. Este peso corresponderá a la *arena fina*, y la diferencia con el peso anterior a la *materia orgánica*.

Al líquido turbio que lleva la arcilla y el humus se le agregan de 20 a 30 c. c. de una solución saturada de cloruro potásico o cálcico (nosotros utilizamos el cloruro potásico, cuya saturación corresponde a un 29-30 por 100). La arcilla se precipita, mientras que el humus queda en disolución. Se deja en reposo veinticuatro horas, más otras veinticuatro si el líquido aún estuviese turbio. Se decanta el

líquido transparente hasta que quede una ligera capa del mismo sobre la arcilla; se pasa el agua restante junto con la arcilla a un filtro previamente tarado, se deseca a 100° C. y se pesa. El peso resultante, descontado el filtro, corresponde a la *arcilla*.

Para precipitar el humus se añaden al líquido decantado más el filtrado, 10 c. c. de ácido clorhídrico concentrado. Después de dejar que el humus se deposite en el fondo (dejar en reposo veinticuatro horas o más, si fuese necesario), se decanta el líquido claro con el sifón y el resto, con el humus, se recoge en un filtro, tarado, lavando el filtro por completo hasta los bordes, con el frasco lavador, con objeto de evitar el ataque posterior del clorhídrico sobre el papel; se deseca a 100° C., se enfría dentro del pesafiltros durante una hora y se pesa. Este peso, deducido el del filtro, corresponde al *humus*.

Hemos observado que para obtener concordancia en los resultados es condición necesaria hacer un fuerte desecado del papel de filtro tanto con sustancia como sin ella, y después dejarlo enfriar en el pesafiltros, bien cerrado durante una hora por lo menos.

Como siempre hay arrastre de pequeñas cantidades de materia mineral, en análisis de gran exactitud es preciso incinerar el filtro y pesar estas cenizas a fin de descontar este peso del anterior.

#### COMPOSICIÓN CENTESIMAL DE LOS SEDIMENTOS ANALIZADOS

En el cuadro VI, que damos a continuación, se resumen los resultados obtenidos en el análisis físico-químico de los sedimentos objeto de este trabajo, según la técnica de Scholoesing con las modificaciones que se han indicado.

CUADRO VI

|                                               | MUESTRA        |              |         |           |           |
|-----------------------------------------------|----------------|--------------|---------|-----------|-----------|
|                                               | 1              | 2            | 3       | 4         | 5         |
| Humedad % ... ..                              | 1,50           | 0,42         | 0,46    | 4,98      | 6,44      |
| Grava, etc. % ... ..                          | 74,23          | 1,66         | 1,27    | 1,04      | 0,01      |
| Carbonatos % ... ..                           | 3,09           | 13,81        | 22,96   | 17,85     | 21,30     |
| Arena fina % ... ..                           | 8,65           | 79,15        | 71,78   | 37,16     | 23,79     |
| Arcilla % ... ..                              | 4,10           | 0,70         | 0,11    | 32,62     | 42,21     |
| Materia orgánica % ...                        | 4,90           | 2,80         | 1,51    | 3,12      | 3,13      |
| Humus % ... ..                                | 2,02           | inapreciable | 0,50    | 1,00      | 1,45      |
| Pérdidas por solución y errores operatorios % | 1,51           | 1,46         | 1,41    | 2,23      | 1,67      |
| Totales ... ..                                | 100,00         | 100,00       | 100,00  | 100,00    | 100,00    |
| Carácter general de las muestras ... ..       | Caliza y grava | Arenosa      | Arenosa | Arcillosa | Arcillosa |

ANÁLISIS MINERALÓGICO

CARACTERES GENERALES DE LAS MUESTRAS

La composición específica en restos orgánicos de las cuatro muestras examinadas es muy semejante, hasta el punto de que no procede hacer una descripción separada de cada una.

En todas fueron encontradas espículas trirradiadas de esponjas; fragmentos de briozoos en láminas, en tallos o incrustando conchas de lamelibranquios; conchas de ostrácodos, espículas de equinodermos, fragmentos de corallinas; en la muestra II apareció un poliqueto de unos 9-11 mm. totalmente calcificado en su superficie, pero que desprovisto (mediante una gota de HCl) de la capa calcárea que lo cubría apareció en bastante buen estado. También intensamente calcificado y en la misma muestra reconocimos, después de

quitada la costra caliza que lo enmascaraba, los últimos anillos de un anfípodo.

Las conchas de moluscos eran abundantes y variadas. Entre los gasterópodos pudieron reconocerse *Turritella triplicata* Breccbi, *Odostomia intererstineta* Mtg (Piramidélido) y *Cilychna umbilicata* (Escafándrido). Las conchas de lamelibranquios, muy abundantes, eran tan incompletas que a ninguna de ellas pudimos identificarla con certeza. Además eran frecuentes las conchas de *Dentalium*.

Por último, estaban presentes muestras de foraminíferos, pero ni mucho menos como componentes fundamentales de los sedimentos. Perteneían a especies identificables de los géneros *Triloculina*, *Quinqueloculina*, *Rotalia*, y *Elphidium*.

### TAMIZADO

La pequeña cantidad de las muestras recibidas (como hemos manifestado anteriormente) nos planteó una nueva cuestión: elegir los tamices que habíamos de emplear para su mejor separación.

Prevía una selección grosera a mano de todas aquellas partículas que por su tamaño se apartaban mucho de las del resto de la muestras, nos decidimos a emplear tamices comprendidos entre 40 y 90 mallas por centímetro, no pudiendo hacer un tamizado más fino por lo exiguo de las porciones separadas, sobre todo en las muestras muy cuarzosas.

Por la misma causa no sometimos las muestras a un tratamiento previo con ácido clorhídrico como aconsejan muchas técnicas, debido a su gran riqueza en carbonato cálcico (muchas conchuelas), que con el tratamiento disminuiría el tamaño de las partículas falseando por tanto el tamizado. Thoulet comprobó la presencia de estas incrustaciones calizas, más o menos arcillosas, sobre los granos de cuarzo de los sedimentos; por eso lo conveniente sería, de acuerdo con Thoulet, hacer dos tamizados: uno sin tratamiento previo clorhídrico y otro con él para poder hacer un estudio comparativo; pero a nosotros, desgraciadamente, no nos ha sido posible hacerlo y hemos optado por el tamizado directo de la muestra bruta.

Estos tamizados se hicieron, pues, sobre la muestra desecada al aire durante varios días y, como decimos, previa separación a mano de las partículas grandes (grava, conchas, etc.) y posterior desagregación, especialmente en las muestras números 4 y 5 que son las

más arcillosas, presionando cuidadosamente con un tapón de caucho unido a una varilla para evitar la ruptura de las partículas no arcillosas y conseguir la mayor separación de éstas.

Hemos tomado todas las precauciones posibles para que el error por pérdida de muestra en el tamizado fuera lo menor posible, llegando a no perder más de un 0,14 por 100 del peso total de la misma en el caso de mayor pérdida.

Los tamices que hemos empleado son de malla metálica, contruidos *ex profeso* con este objeto, y son los siguientes:

| Tamiz número | Mallas por cm. <sup>2</sup> | Dimensiones de los granos retenidos |
|--------------|-----------------------------|-------------------------------------|
| 1            | 196                         | Mayores de 700 micras               |
| 2            | 289                         | entre 700 y 570 id.                 |
| 3            | 441                         | » 570 y 460 id.                     |
| 4            | 625                         | » 460 y 385 id.                     |
| 5            | 900                         | » 385 y 320 id.                     |

#### CUADRO DE TAMIZADOS

| Muestra número | Retención en gramos, referido a 100 |                |                |                |                |                             |
|----------------|-------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------------------|
|                | Tamiz número 1                      | Tamiz número 2 | Tamiz número 3 | Tamiz número 4 | Tamiz número 5 | Atraviesa el tamiz número 5 |
| 1              | 83,39                               | 2,86           | 2,91           | 2,61           | 1,83           | 6,40                        |
| 2              | 6,33                                | 2,52           | 3,29           | 4,72           | 4,51           | 78,63                       |
| 3              | 5,21                                | 1,73           | 1,04           | 6,94           | 5,21           | 79,87                       |
| 4              | 35,84                               | 6,37           | 6,54           | 8,30           | 8,03           | 34,92                       |
| 5              | 38,13                               | 8,96           | 7,56           | 8,46           | 5,93           | 30,96                       |

*Gráficas de los porcentajes en función de la dimensión de los granos.*

Para poner de manifiesto las porciones separadas por los diversos tamices hemos recurrido a una representación cartesiana de los resultados obtenidos en cada una de las muestras, expresando en abscisas el tamaño de los granos según el número del tamiz, y en ordenadas el tanto por ciento en granos recogido.

No hemos desechado lo recogido por el tamiz número 1, a pesar

de su contenido desigual y poco homogéneo, no obstante la separación efectuada.

En la figura 3, correspondiente a la muestra número 1, vemos que la mayor parte del peso de la muestra corresponde al contenido del tamiz de 196 mallas, lo que nos demuestra su naturaleza granular, repartiéndose el resto casi aproximadamente por igual en los demás tamices.

En las muestras números 2 y 3 (figs. 4 y 5) observamos que los mayores porcentajes corresponden a partículas que pasan por tamices

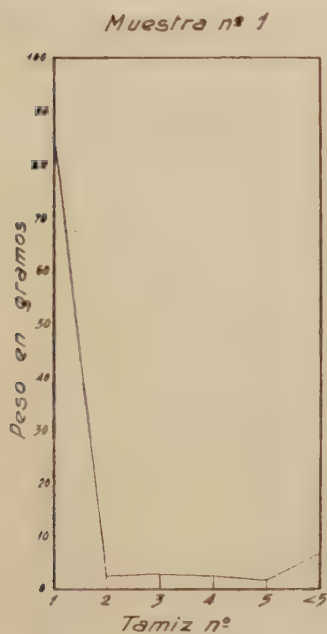


Fig. 3

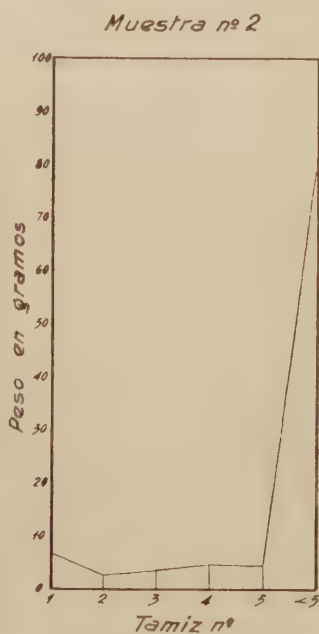


Fig. 4

de 900 mallas y el menor al de 196 mallas, obteniendo así una representación contraria a la primera, denotando, pues, su constitución de grano muy fino.

Las representaciones de las muestras 4 y 5 (figs. 6 y 7) son también muy semejantes, obteniendo los mayores valores para los retenidos por el tamiz de 196 mallas y los que pasan el de 900. Estas dos muestras, de naturaleza arcillosa, presentan la anomalía de un retenido elevado de grava. Este aparente porcentaje de granos gruesos es debido a que las muestras no fueron deshidratadas y sí sólo desecadas en el aire, encontrándose los granos muy aglomerados, a pesar,

como antes decimos, de haber sido sometidas a una suave presión con el tapón de caucho para disgregarlos.

No pudimos hacer una representación que relacione la profundidad con la finura de los granos debido al escaso número de muestras y a que son de profundidades iguales o muy próximas entre sí.

### SEPARACIÓN Y RECUENTO DE MINERALES

#### *Consideraciones previas.*

Para el estudio mineralógico de las muestras de fondos marinos

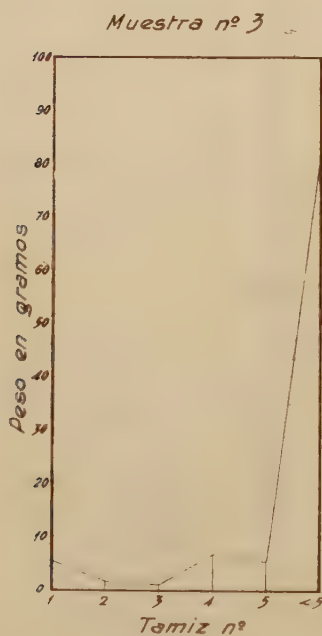


Fig. 5

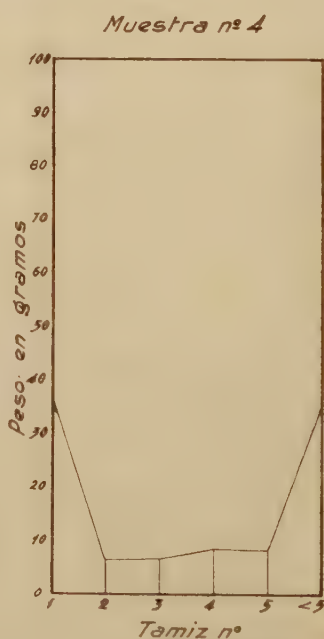


Fig. 6

nos hemos inspirado en los trabajos de las escuelas holandesa (10) y alemana (11), relacionando ambas técnicas con vistas a una mejor utilización práctica y teniendo presente la importancia actual

(10) JOSEFINA PÉREZ MATEOS: «El estudio de las arenas». Anales del Ins. Esp. de Edaf. y Fis. Veg. T: VII, Vol. II, págs: 643-652. Septiembre-Diciembre, 1948. Madrid.

(11) JOSEFINA PÉREZ MATEOS: «La determinación de los minerales detríticos y sus métodos de estudio». Anales del Inst. Esp. de Edaf y Fis. Veg., números 9-10. 1953. Madrid.

del conocimiento de los minerales pesados, que pueden definir el tipismo de ciertos sedimentos marinos.

La pauta general que hemos adoptado, con objeto de hacer un estudio lo más completo y meticulouso posible, es la siguiente :

a) Ataque de la muestra total por los ácidos clorhídrico y nítrico para poder hacer posteriormente el recuento de minerales trans-

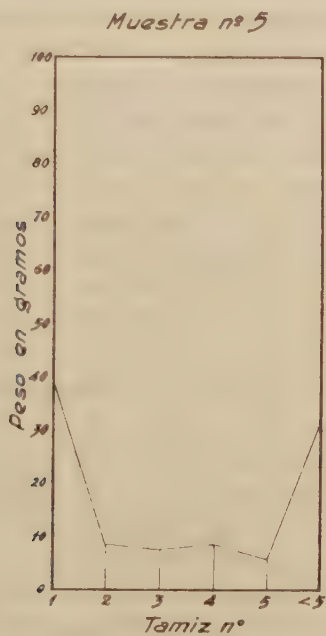


Fig. 7

parentes y opacos en los tamizados no retenidos por el tamiz número 1.

- b) Separación por bromoformo de los minerales pesados.
- c) Separación magnética sobre la fracción de minerales pesados.
- d) Recuento microscópico de minerales transparentes y opacos.

*Separación de los minerales pesados y ligeros y determinación cuantitativa de los primeros.*

Siendo condición necesaria que las muestras se encuentren perfectamente limpias y libres de incrustaciones extrañas, hemos procedido al tratamiento previo siguiente :

La porción de sedimento desecado al aire destinada a esta separación se lavó repetidas veces por decantación con agua abundante hasta que las aguas de loción salieron completamente limpias, con lo que se eliminaron las sustancias solubles, arcilla, etc., quedando sólo un resto arenoso que a continuación se desecó en estufa a 100° C. Este residuo desecado se pasó por el tamiz de 196 mallas, recogiendo en una cápsula la fracción que lo atravesó, en la que según Duplaix (12) se hallan los minerales pesados

El contenido de la cápsula se trató con ácido clorhídrico concentrado, calentando durante una hora en baño de arena para eliminar los carbonatos e hidróxido de hierro. A continuación se lavó bien, por decantación, con abundante agua destilada y se sometió a un nuevo tratamiento con ácido nítrico concentrado y calefacción en baño de arena durante una hora para eliminar la materia orgánica y la mayor parte de sulfuros que pudieran existir, lavando seguidamente con agua repetidas veces hasta su neutralización y desecando el residuo en estufa de 110° C., con lo que queda preparada la muestra para la separación en las fracciones pesada y ligera.

La separación la efectuamos por medio del bromoformo (p. e., 2,9), utilizando unos «tubo-llave» de un 1 centímetro de diámetro, con dos ramas de longitudes diferentes: una de 14 cm. y la otra de 5 centímetros, ambas provistas de tapón de caucho. La razón de emplear este dispositivo en lugar del clásico embudo de separación es hacer menor el consumo de líquidos densos.

En la rama larga se ponen unos 4 ó 5 c. c. de bromoformo y, por medio de un embudito, se introduce la muestra, ayudándose con pequeñas cantidades de bromoformo hasta que éste alcance una altura de unos 10 cm. en el grifo-llave. Se cierra con el tapón, se agita varias veces y se espera hasta la total separación. Una vez conseguida ésta se retiran los tapones y con una vuelta rápida y completa de la llave se vierte la fracción pesada a través de la rama corta, recogiéndola en una cápsula plana de porcelana previamente tarada.

Para eliminar el bromoformo que junto con la fracción pesada tenemos en la cápsula, se añade alcohol en pequeñas cantidades, y por decantación se separan los minerales pesados de la mezcla que se ha de utilizar para lavar la fracción ligera. Esta operación se repite las veces necesarias, hasta conseguir la completa eliminación del bromoformo.

---

(12) SOLANGE DUPLAIX: «Determinación Microscopique de Mineraux des Sables». Librairie Polytechnique Ch. Béranger. París-Liege. 1948.

Las últimas porciones de alcohol que quedan en la cápsula se eliminan por evaporación. Una vez conseguido, se pesa nuevamente la cápsula, obteniéndose así la cantidad de minerales pesados, cuyo porcentaje, referido al sedimento desecado al aire, damos a continuación :

| Muestra número      | 1    | 2    | 3    | 4    | 5     |
|---------------------|------|------|------|------|-------|
| Minerales pesados % | 0,12 | 2,51 | 0,40 | 0,09 | inap. |

La fracción ligera que contiene la mayor cantidad del bromoformo empleado se vierte sobre un filtro recogiénola en el frasco que contiene el bromoformo puro. Una vez filtrado se pasa el em-



budo con el filtro al frasco que ha de contener el bromoformo alcohólico, lavando esta fracción ligera con los líquidos de decantación de la fracción pesada.

Terminada esta operación se separó el bromoformo del alcohol lavando con agua, decantando y filtrando a través del carbón en polvo.

La fracción ligera se guarda por si se estimase conveniente un estudio posterior.

### *Separación magnética sobre la fracción de minerales pesados.*

Recogida la fracción pesada correspondiente a cada una de las muestras en su capsulita de porcelana, fueron sometidas por separado a la acción de un potente imán cuyos polos se recubrieron con un finísimo papel de seda blanco con objeto de que sobre él resaltasen las partículas oscuras de esta fracción y se pudiera separarlas con facilidad.

Aplicado el imán sobre cada una de las cápsulas que contienen las fracciones correspondientes a las distintas muestras no se ha acusado por este procedimiento la existencia de gránulos magnéticos.

### *Análisis óptico de la fracción con minerales pesados.*

Como complemento de las determinaciones químicas expuestas se procedió al análisis óptico mineralógico de la *fracción pesada*, aislada de cada una de las cuatro muestras mediante la técnica antes descrita a base de bromoformo y excluyendo, como se ha dicho, la fracción gruesa retenida en el tamiz número 1.

El tamaño de los granos estudiados al microscopio osciló entre 0,1 y 0,6 mm., siendo 0,2 mm el tamaño medio que corresponde al mayor número de granos.

Se identificaron una decena de especies minerales. La frecuencia con que se presentaban estas especies fué muy variable, pues mientras algunas de ellas eran muy abundantes, de otras apreciáronse unos pocos cristales solamente.

El recuento se hizo sobre 200 granos en unos casos, sobre 150 en otros, ya que el material escaseaba por haberse consumido en anteriores ensayos. Contamos únicamente, como es lógico, los *minerales pesados*. Los sedimentos eran tan extraordinariamente ricos en cuarzo que en las repetidas extracciones de bromoformo eran arrasados buen número de cristales de este mineral con la fracción pesada, con lo que, indefectiblemente, entraban a formar parte de las preparaciones que se obtuvieron. Los porcentajes, sin embargo, se hicieron como indicamos y, como es norma general, contando únicamente los minerales considerados como pesados, con exclusión del cuarzo.

Como rasgo común de las cuatro muestras analizadas podemos considerar la presencia constante de turmalina y rutilo y la abundancia de opacos que se extrema en la muestra número IV. No hay,

en realidad, ningún material exclusivo de estos fondos y que resultase característico y, por otra parte, el número de muestras analizadas es muy pequeño y tomadas en puntos muy dispersos; por todo ello no es posible establecer una asociación mineralógica como característica de los fondos de la Bahía de Cádiz. Y sería muy aventurado intentar sacar cualquier otra conclusión geológico-oceanográfica.

En el siguiente cuadro se expone la distribución de minerales pesados correspondientes a cada muestra, expresados en tanto por ciento, incluyendo los opacos en este porcentaje:

T A B L A

| Muestra | Frecuencia en tantos por ciento de los minerales pesados |           |         |        |        |         |          |         |        |            |            |
|---------|----------------------------------------------------------|-----------|---------|--------|--------|---------|----------|---------|--------|------------|------------|
|         | Opacos                                                   | Turmalina | Granate | Rutilo | Zircón | Epídota | Titanita | Destena | Augita | Andalucita | Hornblenda |
| I       | 19                                                       | 27        | 17      | 16     | 7      | —       | 7        | 6       | 1      | —          | —          |
| II      | 41                                                       | 21        | 10      | 14     | 4      | 3       | 2        | —       | 2      | 3          | 2          |
| III     | 70                                                       | 6         | 3       | 16     | 3      | —       | —        | 1       | —      | —          | 2          |
| IV      | 71                                                       | 8         | —       | 3      | 4      | —       | —        | —       | 14     | —          | —          |

Precisando las características de los minerales encontrados, podemos añadir:

*Turmalina*.—Se encuentra, como ya dijimos, en todas las muestras. Generalmente en granos alargados, con franca tendencia prismática y más o menos rodados. En las formas alargadas se aprecian estrías finas y muy próximas, paralelas a la dirección de alargamiento. La mayoría de los granos eran de turmalina ferromagnésiana, de color pardo amarillento con pleocroísmo marrón.

*Granate*.—Granos isodiamétricos bastante rodados, aunque en algunos se podían distinguir caritas de rombododecaedros; de color ligeramente rosado (almandino) o casi incoloros, pero muy refringentes.

*Rutilo*.—Presente en las cuatro muestras analizadas. Sin analizado, se confundían con los granates, pues su aspecto (forma, color y refringencia) eran semejantes.

*Zircón*.—Granos irregulares no rodados, de pequeño tamaño. No eran raras las inclusiones de este mineral en cuarzo.

*Epidota*.—Sólo en la muestra II y en pequeña cantidad.

*Titanita*.—Granos muy rodados, de fuerte refringencia.

*Distena*.—En tablitas, con suave reflejo azulado.

*Augita*.—Con el ángulo de exfoliación característico, no siempre fácil de reconocer; extinción muy oblicua.

*Andalucita*.—Sólo en la muestra II; pleocroísmo manifestado por cambio a un suave tono rosado; inclusiones carbonosas típicas muy pequeñas.

*Hornblenda*.—Formas tabulares, desflecadas, de color verde.

*Opacos*.—Los había negros mate, que debemos considerar como magnetita e ilmenita. Algunos granos pudieron identificarse como de ilmenita por observarse en ellos las típicas sombras de leucoxeno. El resto de los opacos era de colores rojos y amarillentos; formaban el principal componente en las preparaciones hechas con las muestras III y IV. Es de suponer que se trata de productos de alteración de minerales transparentes u opacos de los sedimentos. Son los que algunos llaman *opacos por alteración* para distinguirlos de los *opacos naturales presentes* en los sedimentos, antes del tratamiento químico de éstos.

INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFÍA.

Laboratorio de Vigo. 1954

## ADVERTENCIAS A NUESTROS COLABORADORES

Los originales que se entreguen para su publicación en este Boletín, deberán prepararse con arreglo a las siguientes normas:

1.<sup>a</sup> Deberán escribirse a máquina, a doble espacio y por una sola cara del papel.

2.<sup>a</sup> El título expresará de un modo conciso el contenido del mismo.

3.<sup>a</sup> Las referencias bibliográficas se harán por llamada al pie de página, indicándose: nombre del autor (en iniciales) y apellidos (en versalitas); denominación de la revista o libro (en cursiva y en forma abreviada); indicación de la serie (entre paréntesis); si se trata de libros, se añadirán editorial, población y año.

4.<sup>a</sup> Estos antecedentes bibliográficos se reducirán estrictamente a los que tengan relación inmediata con el trabajo.

5.<sup>a</sup> Cuando se haga referencia a algún método general ya establecido por otros autores, se omitirá la descripción de dicho método, citando tan sólo el trabajo original en que figure.

6.<sup>a</sup> Los gráficos y esquemas se limitarán en lo posible y deberán dibujarse sobre papel vegetal, con tinta china, teniendo cuidado de que no excedan de dos o tres aumentos sobre las dimensiones lineales de nuestra publicación y de que estén dibujados los trazos, guarismos y letras con energía suficiente para que su lectura sea fácil una vez reducidos al tamaño adecuado.

7.<sup>a</sup> Los esquemas y fotografías que deban ser considerados a escala, deberán ir acompañados de una clara especificación de los aumentos del original, con objeto de que, una vez hecha la reducción en el grabado, puedan calcularse con exactitud los nuevos aumentos.

8.<sup>a</sup> Las ilustraciones, tanto fotografías como dibujos, deberán hacerse teniendo en cuenta el contenido del punto 6.<sup>o</sup> de estas advertencias y que han de prestarse, por su claridad, a una reproducción perfecta. En el caso de que algún autor no disponga de elementos adecuados para remitir pruebas fotográficas que llenen tales requisitos, deberá enviarnos los negativos originales, acompañados de una prueba testigo, numerada. Si se trata de microfotografías, pueden remitirsenos las preparaciones para que sean reproducidas en nuestros laboratorios, con indicación en la preparación del campo que interesa fotografiar.

9.<sup>a</sup> Los caracteres o tipos a emplear en la impresión deberán determinarse en los originales de la siguiente manera:

*Cursiva:* \_\_\_\_\_

VERSALITAS: \_\_\_\_\_

VERSALES: \_\_\_\_\_

**Negritas:** \_\_\_\_\_

10.<sup>a</sup> Cuando se envíen las pruebas al autor, para su corrección, deberá efectuarse ésta en un plazo no superior a diez días, teniendo en cuenta que cualquier modificación que altere el texto original sólo podrá hacerse previa consulta a nuestra Junta de publicaciones, ya que los originales entregados para su publicación a este Instituto se consideran siempre como definitivamente redactados.

11.<sup>a</sup> Aquellos originales que no se ajusten a las normas precedentes podrán ser desechados por la Junta de publicaciones o, en caso de que ésta decida rehacer algunos esquemas o gráficos en forma apta para su reproducción, se cargarán los gastos que se originen al autor del trabajo.

12.<sup>a</sup> Los autores acompañarán, en francés o inglés (o simplemente en castellano), un resumen de su trabajo, que no excederá de una extensión de 10 líneas de nuestro Boletín.



- 55.—R. FERNÁNDEZ y F. DE P. NAVARRO : «La sardina de Santander. Observaciones en 1950 y 1951».
- 56.—M. OLIVER y F. DE P. NAVARRO : «Nuevos datos sobre la sardina de Vigo (febrero de 1950 a marzo de 1952)».
- 57.—Emilia BARDÁN y F. DE P. NAVARRO : «Estudios sobre la sardina de Málaga en 1951 y consideraciones sobre la variabilidad de su fórmula vestibular».
- 58.—M. OLIVER y F. NAVARRO : «La alacha y la sardina de Baleares. Investigaciones en 1950 y 1951».
- 59.—F. LOZANO : «Monografía de los Centracántidos mediterráneos, con un estudio especial de la biología, biometría y anatomía de *Spicara smaris* (L.)».
- 60.—E. JIMENO y A. ARÉVALO : «Acción inhibidora del ácido pirogálico en la corrosión del hierro por el agua del mar».
- 61.—P. BALLE : «Fitoplancton de la bahía de Palma de Mallorca (Año 1952)».
- 62.—B. ANDREU : «Sobre la relación entre el número de branquispinas y la talla en la sardina española (*Sardina pilchardus* Walb.)».
- 63.—M. OLIVER : «Bionomía de los fondos de 300 a 600 mts. en el Sur y Suroeste de Mallorca...».
- 64.—F. LOZANO CABO : «Notas sobre una Campaña de prospección pesquera en la Mar Chica de Melilla».
- 65.—A. FERNÁNDEZ DEL RIEGO y A. RODRÍGUEZ DE LAS HERAS : «Determinación colorimétrica de la alteración del pescado».
- 66.—FERNANDO LOZANO CABO : «Una campaña de prospección pesquera en Mar Menor (Murcia)».
- 67.—LUIS BELLÓN † : «Historia Natural del Atún, *Thunnus thynnus* (L.). Ensayo de síntesis».
- 68.—PEDRO BALLE : «Análisis cualitativo del fitoplancton de la Bahía de Palma de Mallorca en 1953».
- 69.—JOAQUÍN GÓMEZ DE LLARENA : «Algunos datos sobre sedimentos recogidos por el «Xauen» en la campaña de otoño de 1952».
- 70.—FRANCISCO HERNÁNDEZ PACHECO : «Características del zócalo continental del Africa Occidental española». (Encuadernado con el boletín número 69.)
- 71.—Campañas del «Xauen» en los años 1949 y 1950. Registro de operaciones.
- 72.—GARCÍA PINEDA y DOMINICA MONTEQUI : «Acerca de la sustancia anti-coagulante de las algas rojas.»
- 73.—A. ROJO LUCIO : «Datos sobre la edad del bacalao (*G. callarias* L.), eglefino (*Melanogrammus aeglefinus* L.), colín (*Pollachius virens* L.) y locha (*Urophycis tenuis* Mitch.), con indicación de las técnicas usadas.»
- 74.—LUIS LOZANO REY : «Sobre el fomento de la producción pesquera de las aguas marinas y salobres confinadas; en el litoral de España y en el de sus Territorios de Soberanía y de Protectorado.»

NOTA.—Pedidos y correspondencia al Sr. Secretario del INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFÍA, Alcalá, 27. Madrid.

